

German Patent DE 33 23 234 A1

Phase-controlled Group Antenna

Production-related phase errors in the signal paths of a phase-controlled radar group antenna distort the phase distribution in the aperture field required for achieving a certain directive diagram. By measuring the phase error for each emitter element, storing the phase error as a correction value and overlaying the stored correction value for the phase shifter adjustment according to the required diagram, the desired phase distribution can be achieved with high accuracy even with minor requirements for the production tolerance. It is especially advantageous that the correction values can be determined and stored with higher accuracy than is possible in adjusting the phase shifters. This substantially decreases the systematic quantization error of digitally controlled group antennas.

BEST AVAILABLE COPY

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3323234 A1**

⑤ Int. Cl. 3:  
**H01 Q 3/38**

⑳ Aktenzeichen: P 33 23 234.2  
㉑ Anmeldetag: 28. 6. 83  
㉒ Offenlegungstag: 10. 1. 85

DE 3323234 A1

⑦1 Anmelder:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,  
DE

⑦2 Erfinder:

Buchenau, Bruno, Dipl.-Ing., 7900 Ulm, DE

⑤4 Phasengesteuerte Gruppenantenne

Fertigungsbedingte Phasenfehler in den Signalwegen einer phasengesteuerten Radargruppenantenne verfälschen die zur Erzielung eines bestimmten Richtdiagramms erforderliche Phasenbelegung des Aperturfeldes. Durch Messen des Phasenfehlers zu jedem Strahlerelement, Speichern des Phasenfehlers als Korrekturwert und Überlagern des gespeicherten Korrekturwerts zur Phasenschiebereinstellung nach Maßgabe des gewünschten Diagramms kann die gewünschte Phasenbelegung auch bei geringen Anforderungen an Fertigungstoleranzen mit hoher Genauigkeit erreicht werden. Besonders vorteilhaft ist die Bestimmung und Einspeicherung der Korrekturwerte mit höherer Genauigkeit als die Einstellung der Phasenschieber möglich ist. Dies verringert wesentlich den systematischen Quantisierungsfehler digital gesteuerter Gruppenantennen.

BEST AVAILABLE COPY

28.08.83

3323234

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

PTL-UL/We/hä ..  
UL 82/198

#### Patentansprüche

- 05 1. Phasengesteuerte Radar-Gruppenantenne mit digital einstellbaren Phasenschiebern zur elektronischen Diagrammschwenkung, dadurch gekennzeichnet, daß Phasenabweichungen der Signalwege zu den einzelnen Strahlerelementen von der Sollphase in digitaler Form als Korrekturwerte gespeichert sind und die gespeicherten Werte der Einstellung der Phasenschieber nach Maßgabe des gewünschten Diagramms überlagert werden.
- 10 2. Gruppenantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturwerte frequenzabhängig gespeichert sind.
- 15 3. Gruppenantenne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturwerte mit höherer Genauigkeit gespeichert sind als die Einstellung der Phasenschieber möglich ist.

...

33-05-83

3323234

- 2 -

UL 82/198

4. Gruppenantenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellwerte der Phasenschieber und die Korrekturwerte binär kodiert sind und die Korrekturwerte um mindestens zwei Bit genauer vorliegen als die Einstellung der Phasenschieber möglich ist.
- 05

...

BEST AVAILABLE COPY

20.08.83

3323234

- 3 -

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

PTL-UL/We/hä  
UL 82/198

#### Phasengesteuerte Gruppenantenne

Die Erfindung betrifft eine phasengesteuerte Radar-Gruppenantenne mit digital einstellbaren Phasenschiebern zur elektronischen Diagrammschwenkung.

- Derartige Antennen besitzen eine besondere Flexibilität bei der Einstellung nahezu beliebiger Diagrammformen. Für eine bestimmte Form und Ausrichtung des Antennendiagramms läßt sich nach bekannten Algorithmen die entsprechende Phasenbelegung der Antennenapertur berechnen. Die errechneten Werte werden zur Einstellung der digital einstellbaren Phasenschieber herangezogen. Phasenfehler der Belegung des Aperturfeldes gegenüber der errechneten Sollbelegung entstehen z. B. infolge der Toleranz von Auskoppelschlitten einer Speiseleitung und von elektrischen Längen der Zuleitungen. Um den resultierenden Phasenfehler durch mechanische Präzision hinreichend klein zu halten, sind genaue Einhaltung von Fertigungstoleranzen und aufwendige Nacharbeiten zum Trimmen von Leitungslängen u. ä. erforderlich.

...

33-05-83

3323234

- 4 -

UL 82/198

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, mit geringem Aufwand bei einer Antenne der eingangs genannten Art durch Fertigungstoleranzen entstehende Phasenfehler in der Antennenapertur zu vermeiden.

- 05 Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 beschrieben. Die Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Ausführungen der Erfindung.

- 10 Die Anforderung an die mechanische Präzision können durch die erfindungsgemäße elektronische Phasenkorrektur merklich vermindert werden. Die durch Fertigungstoleranzen entstehenden Phasenabweichungen der Signalwege zu den einzelnen Strahlern (bei zweidimensionaler elektronischer Diagrammeinstellung) bzw. zu einzelnen Strahlerzeilen (bei eindimensionaler Diagrammeinstellung) vom Sollwert können
- 15 durch Phasenmessung vor den Strahlern (bzw. Strahlerzeilen) der fertig montierten Antenne gemessen werden. Die gemessenen Phasenfehler werden als Korrekturwerte in einem Lesespeicher (ROM) abgelegt und bei der Diagrammeinstellung den für die jeweils gewünschte Form und Richtung des
- 20 Antennendiagramms errechneten Einstellwerten für die digitale Einstellung der Phasenschieber überlagert.

- Wenn die Phasenfehler der Signalwege eine deutliche Frequenzabhängigkeit zeigen, werden vorteilhafterweise auch die Korrekturwerte in Abhängigkeit von der Frequenz gespeichert.
- 25

Da die Phasenfehler der Zuleitungen zu den einzelnen Strahlerelementen von der Diagrammform unabhängig sind und die Vielfalt der möglichen Diagrammeinstellungen eine Phasenfehlermessung und -speicherung für jede Einstellung

...

BEST AVAILABLE COPY

20 05 83

3323234

- 5 -

UL 83/198

nicht zuläßt, werden die Phasenfehler bei einer bestimmten Diagrammeinstellung, vorzugsweise bei homogener Phasenbelegung des Aperturfeldes, gemessen. Bei dieser Diagrammeinstellung verbleibt aufgrund der digitalen Einstellung (Quantisierung) der Phasenschieber ein nicht weiter auszugleichender Phasenfehler von maximal der halben Schrittweite der Einstellmöglichkeit der Phasenschieber, bei binärer Kodierung des Einstellwerts also  $\pm \frac{1}{2}$  LSB (LSB = niedrigstwertiges Bit). Bei Einstellung einer anderen Abstrahlrichtung oder Diagrammform kann durch die Quantisierung des Korrekturwerts und des für das gewünschte Diagramm errechneten Werts sich ein Gesamtfehler von  $\pm 1$  LSB ergeben.

Eine besonders vorteilhafte Ausführung der Erfindung sieht zur Behebung dieses erhöhten Phasenfehlers vor, die Korrekturwerte mit höherer Genauigkeit zu speichern als es der Auflösung der Phasenschieber entspricht. Infolge Berücksichtigung der die Auflösung des Phasenschiebers übersteigenden Stellen wird ein weiterer Quantisierungsfehler durch die Korrektur vermieden. Es verbleibt ein maximaler Phasenfehler von der halben Schrittweite der Phasenschiebereinstellung, der bei Vorliegen des Korrekturwerts mit gleicher Genauigkeit nur durch Halbierung der Schrittweite der Phasenschiebereinstellbarkeit, also durch Hinzunahme eines weiteren Bits pro Phasenschieber zu erzielen gewesen wäre. Der zusätzliche Speicherplatzbedarf ist mit den zur Verfügung stehenden elektronischen Speicherbausteinen billig und mit geringem Aufwand zu erzielen, wohingegen die Erweiterung aller Phasenschieber um 1 Bit Einstellgenauigkeit eine erhebliche Verteeuerung der Antenne bewirkt. Die endgültigen Einstellwerte für die Phasenschieber ergeben sich aus den korrigierten Einstellwerten durch Rundung der die Einstellgenauigkeit übersteigenden Bits.

BEST AVAILABLE COPY